

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**Two-stage positive displacement pump**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US5387090

Veröffentlichungsdatum : 1995-02-07

Erfinder : BECKER ERICH (DE)

Anmelder :: KNF NEUBERGER GMBH (DE)

Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4320963

Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19940226165 19940411

Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19930005554U 19930415; DE19934320963 19930624

Klassifikationssymbol (IPC) : F04B23/08

Klassifikationssymbol (EC) : F04B23/06, F04B25/00P, F04B39/04B10, F04D19/04B, F04D19/04D,  
F04D25/16

Korrespondierende Patentschriften ☐ EP0626516, B1, JP2882748B2, ☐ JP6299962

**Bibliographische Daten**

A two-stage positive displacement pump (1) is used in particular to operate in conjunction with a turbomolecular pump (2) that can be placed ahead of it in series. The two-stage positive displacement pump (1) is configured as a hybrid pump (3) that has on the medium-entry side a reciprocating pump (5) with a comparatively large displacement area (6), whereby its piston-cylinder space (7) is sealed off with respect to the crank area (8) by means of a sealing membrane (9). Also as a part of this two-stage positive displacement pump (1) which forms the hybrid pump (3), there is placed in series behind the reciprocating pump (5) a diaphragm pump (10), whose displacement area (11) is noticeably smaller compared to that of the reciprocating pump (5).

Daten aus der **esp@cenet** Datenbank - - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 20 963 A 1**

⑥1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 04 B 37/00**  
F 04 B 45/04  
F 04 D 19/04

②1 Aktenzeichen: P 43 20 963.7  
②2 Anmeldetag: 24. 6. 93  
④3 Offenlegungstag: 20. 10. 94

DE 43 20 963 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
15.04.93 DE 93 05 554.4  
  
⑦1 Anmelder:  
KNF-Neuberger GmbH, 79112 Freiburg, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Schmitt, H., Dipl.-Ing.; Maucher, W., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 79102 Freiburg

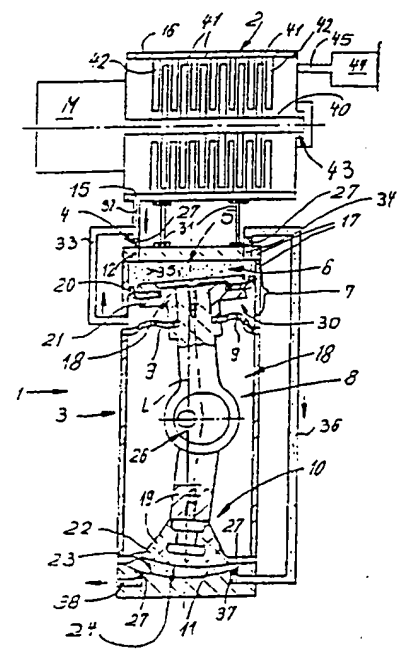
⑦2 Erfinder:  
Becker, Erich, 7812 Bad Krozingen, DE

1. Hier handelt es sich um ein  
Dichtungssystem für Pendel-  
kolbenpumpen.  
Es soll ein Einstromen von  
Luft in den Zylinderraum  
verhindert werden.

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Zweifach-Verdrängerpumpe

⑤7 Eine Zweifach-Verdrängerpumpe (1) dient insbesondere dazu, mit einer ihr vorschaltbaren Turbo-Molekularpumpe (2) zusammenzuarbeiten. Dabei ist die Zweifach-Verdrängerpumpe (1) erfindungsgemäß als Hybrid-Pumpe (3) ausgebildet, die medieneintrittsseitig eine Kolbenpumpe (5) mit vergleichsweise großem Hubraum (6) aufweist, wobei deren Kolben-Zylinderraum (7) gegenüber dem Kurbelraum (8) mittels einer Dichtmembran (9) abgeschlossen ist. Ferner gehört mit zur erfinderischen Ausgestaltung der Zweifach-Verdrängerpumpe (1), daß bei der Hybrid-Pumpe (3) der Kolbenpumpe (5) eine Membranpumpe (10) nachgeschaltet ist, deren Hubraum (11) im Vergleich zu dem der Kolbenpumpe (5) merkbar kleiner ist (Fig. 1).



DE 43 20 963 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zweifach-Verdrängerpumpe, insbesondere mit vorschaltbarer Turbo-Molekularpumpe.

Man kennt bereits Zweifach-Kolbenpumpen, bei denen die beiden Kolben über eine Kolbenstange miteinander verbunden sind und über einen Linearantrieb angetrieben werden (vgl. Prospekt "LABOVAC-Linear-Membranpumpen und Kolbenpumpen" der Firma SASKIA, Hochvakuum- und Labortechnik GmbH, O-6300 Ilmenau). Dort ist auch erwähnt, daß bei Sondermodellen durch Einbau einer Trennmembran hermetische Dichtigkeit bei den Kolben erreichbar ist. Kolbenpumpen dieser Art mit oder ohne Trennmembran haben jedoch noch mehrere Nachteile:

Bei dem den Ausschub, zum Beispiel in Freie, bewirkenden Kolben kann es bei entsprechender Feuchtigkeit des Fördermediums zur Kondensatbildung kommen. Diese führt bei den Kolbendichtungen zu erhöhtem Verschleiß und zu Undichtigkeiten. Das bedeutet einen Leistungsabfall der gesamten Pumpeneinheit.

Man kennt auch bereits eine Kolbenpumpe, bei welcher der Kolben-Zylinderraum zum Kurbelraum hin mit einer Dichtmembran verschlossen ist. Dies verhindert, daß zum Beispiel atmosphärische Luft an den Kolbenringen oder einer Lippendichtung des Kolbens vorbeigekommen kann und dadurch sich das in der Kolbenpumpe erzeugte Vakuum etwas verschlechtert. Auch wird der Nachteil verhindert, daß das eigentliche Fördermedium von vom Kurbelraum herkommender, gegebenenfalls verunreinigter Luft selbst verunreinigt wird. Zu beachten ist auch, daß man beim Kurbelwellendurchtritt auf die Dauer keine Dichtigkeit erreichen kann und im Kurbelraum wegen der mechanischen Bewegungen eine Schmierung notwendig ist. Auch dies trägt, wenn der Kolben-Zylinderraum nicht gegenüber dem Kurbelraum abgedichtet ist, zu unerwünschten Verunreinigungen des eigentlichen Fördermediums bei.

Durch den Prospekt "LABOVAC D65 — D1600" der Fa. SASKIA Hochvakuum- und Labortechnik GmbH, O-6300 Ilmenau, ist dort bereits der Vorschlag bekanntgeworden, eine mit zwei Gleitkolben versehene, linear arbeitende Zweifach-Kolbenpumpe, wie vorbeschrieben, als Vorpumpe für eine Turbo-Molekularpumpe einzusetzen. Dies zieht jedoch auch mehrere Nachteile nach sich. Zum einen hat die vorbekannte Zweifach-Kolbenpumpe mit Linearantrieb den bereits erwähnten Nachteil der Kondensatbildung. Zum anderen hat sie bezüglich der Kolbenbewegungen keinen Massenausgleich oder es muß ein aufwendiger, zusätzlicher Massenausgleich geschaffen werden. Wenn eine solche vorbekannte Zweifach-Linear-Kolbenpumpe mit einer Turbo-Molekularpumpe zusammenarbeitet, führen die üblichen Schwingungen zu unerwünschten Bewegungen bei der Turbo-Molekularpumpe, die gewöhnlich mit der Zweifach-Kolbenpumpe in einem einzigen Gestell zusammengefaßt oder gar als gemeinsamer Pumpenblock ausgebildet ist. Die Turbo-Molekularpumpe ist jedoch gegenüber Schwingungen äußerst empfindlich. Bekanntermaßen weisen Turbo-Molekularpumpen von an sich bekannter Bauart Drehzahlen von zum Beispiel 30 000 Umdr./min, jedoch auch noch wesentlich höhere Drehzahlen auf. Die Rotoren solcher Turbo-Molekularpumpen sind deshalb gewöhnlich auch in Magnetlagern gelagert und gegen Erschütterungen entsprechend empfindlich.

Es besteht daher die Aufgabe, insbesondere eine

Zweifach-Verdrängerpumpe zu schaffen, bei der zum einen die Schädlichkeit der unerwünschten Kondensatbildung, namentlich am Auslaß, der Zweifach-Verdrängerpumpe vermieden wird. Überdies soll die zweifach-Verdrängerpumpe als Vorschalt-Pumpe vor eine Turbo-Molekularpumpe einsetzbar sein, wobei einerseits die Turbo-Molekularpumpe zum einen nicht durch von der Zweifach-Verdrängerpumpe kommende Verunreinigungen beeinträchtigt, zum anderen aber auch nicht durch Rüttelbewegungen in ihren Laufeigenschaften beeinträchtigt werden soll. Dabei soll die Zweifach-Verdrängerpumpe auch ein verhältnismäßig hohes Saugvermögen haben, welches zu einem ökonomischen Betrieb der Turbo-Molekularpumpe erwünscht ist.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht bei einer Zweifach-Verdrängerpumpe gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 insbesondere darin, daß sie als Hybrid-Pumpe ausgebildet ist, die medium-eintrittsseitig eine Kolbenpumpe mit vergleichsweise großem Hubraum aufweist und deren Kolben-Zylinderraum gegenüber dem Kurbelraum dieser Hybrid-Pumpe mittels einer Dichtmembrane abgeschlossen ist, und daß bei der Hybrid-Pumpe der Kolbenpumpe eine Membranpumpe nachgeschaltet ist, deren Hubraum im Vergleich zu dem der Kolbenpumpe merkbar kleiner ist.

Durch eine solche Ausbildung der Zweifach-Verdrängerpumpe als Hybrid-Pumpe erhält man zum einen ein verhältnismäßig großes Saugvolumen, ohne daß die Nachteile von zwei miteinander verbundenen, hintereinander geschalteten Kolbenpumpen in Kauf genommen werden müssen. Insbesondere werden die schädlichen Wirkungen von einer eventuellen Kondensatbildung bei der das Fördermedium ausstoßenden Membranpumpe weitestgehend vermieden, da die Membranpumpe gegen Kondensatbildung praktisch unempfindlich ist. Zum anderen kann man mit Hilfe der im Wege des Fördermediums zwischen der Turbo-Molekularpumpe und der Membranpumpe angeordneten Kolbenpumpe ein verhältnismäßig großes Fördervolumen erreichen und dabei die Kolbenpumpe bezüglich ihres Volumens so auslegen, daß das bei ihr verdichtete Kolbenpumpen-Volumen zum Ansaugvolumen der Membranpumpe paßt. Man kann durch diese Kombination von Kolbenpumpe und Membranpumpe den Nachteil vermeiden, der bei der Verwendung von zwei Membranpumpen auftreten kann:

Die unmittelbar an die Turbo-Molekularpumpe angeschlossene Membranpumpe muß wegen der vorerwähnten unterschiedlichen Saugvolumen der beiden hintereinander geschalteten Pumpen verhältnismäßig große Abmessungen haben, was zu großen zu bewegenden Massen führt und auch bezüglich der Membran-Ausbildung bei der der Turbo-Molekularpumpe benachbarten Membranpumpe gewisse Nachteile nach sich zieht. Dagegen erreicht man mit der neuerungsgemäßen Hybrid-Pumpe, also einer Kombination von einer Kolbenpumpe sowie einer dieser Kolbenpumpe nachgeschalteten Membranpumpe optimale Verhältnisse. Oberhalb von bestimmten Leistungsgrenzen sind Vorpumpen mit zwei Membranen — wie gesagt — nicht mehr optimal leistungsfähig. Dagegen haben Versuche gezeigt, daß Vorpumpen, die mit Turbo-Molekularpumpen zusammenarbeiten sollen, gerade in einer Größenordnung liegen, wo zwei hintereinander geschaltete Membranpumpen nicht mehr optimal zu konstruieren sind.

Zusätzliche Weiterbildungen der Erfindung sind in weiteren Unteransprüchen aufgeführt. Dabei erhält

man durch die Merkmale des 2. Anspruches besonders günstige Verhältnisse bezüglich des Ansaugvermögens der erfindungsgemäßen Zweifach-Verdrängerpumpe. Durch die Merkmale des 3. Anspruches erhält man eine Vorrichtung, die sowohl eine Turbo-Molekularpumpe als auch eine damit zusammenarbeitende Zweifach-Verdrängerpumpe umfaßt. Durch die Kombination von Turbo-Molekularpumpe mit einer gegen den Kurbelraum abgedichteten Kolbenpumpe und mit einer dieser nachgeschalteten Membranpumpe kann man durch entsprechendes Auslegen des Kolbenpumpen- und des Membranpumpen-Volumens unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Turbo-Molekularpumpe optimale Verhältnisse von einer solchen Gesamtvorrichtung schaffen. Durch die Merkmale des 4. Anspruches erreicht man in Verbindung mit der zur Kolbenpumpe gehörenden Dichtmembran, daß die Förderwege für das Medium nicht mit irgend welchen geschmierten Teilen in Verbindung kommen. Beispielsweise sind im pumpnahen Bereich der Kolbenpumpe keine geschmierten Teile mehr nötig, weil beim Pendelkolben ein Kolbenbolzen vermieden wird. Die erfindungsgemäße Zweifach-Verdrängerpumpe erlaubt deshalb absolute Freiheit von Schmiermitteln und dergleichen Verunreinigungen. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn zum gesamten Aggregat die Turbo-Molekularpumpe hinzukommt und dieses gesamte Aggregat zum Beispiel im Bereich der Elektronik-Bauelemente-Herstellung eingesetzt wird. Zum Beispiel kommt es dann, beispielsweise beim Aufdampfen von Chips, auf absolute Sauberkeit an. Der Produktionsprozeß, der hier durch ein Gesamtaggregate gemäß Anspruch 3 unter Vakuum gehalten werden soll, erfolgt nämlich gewöhnlich unter Schutzgas-Einfluß. Auch sehr geringfügige Verunreinigungen haben dort erhebliche Nachteile zur Folge. Diese können durch die Zweifach-Verdrängerpumpe nach Anspruch 3 und ggf. 4 weitestgehend vermieden werden.

Versuche haben gezeigt, daß die Ausbildung gemäß Anspruch 5 besonders vorteilhaft und auch einfach im Aufbau ist. Die Maßnahmen des 6. Anspruches haben den Vorteil, daß man einen minimalen Totraum erreicht.

Die Maßnahmen des 7. Anspruches machen einen Massenausgleich der hin- und herbewegten Teile gut möglich, was zu einem ruhigen Lauf der Zweifach-Verdrängerpumpe führt. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit den Merkmalen des Anspruches 8. Man kann die Pumpe unter Berücksichtigung aller zu bewegenden Massen auslegen und erreicht einen weitestgehend ruhigen Lauf, was besonders dann wertvoll ist, wenn — wie bereits erwähnt — die Zweifach-Verdrängerpumpe mit einer gegenüber Rüttelbewegungen empfindlichen Turbo-Molekularpumpe zusammenarbeitet. Dies gilt besonders, wenn die Turbo-Molekularpumpe und die Zweifach-Verdrängerpumpe in einem gemeinsamen Gestell oder gar in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Die Maßnahmen des 9. Anspruches tragen erheblich dazu bei, daß der Zwischenraum zwischen dem Pendelkolben bzw. seiner zugehörigen Dichtmanschette einerseits und der mit Dichtmembran andererseits namentlich beim Anlaufen der Hybrid-Pumpe alsbald soweit evakuiert ist, daß ein unerwünschtes Überströmen vom Hubraum der Kolbenpumpe in den Zwischenraum entfällt oder doch weitestgehend vermieden wird. Die Zweifach-Verdrängerpumpe und gegebenenfalls die angeschlossene Turbo-Molekularpumpe sind dann schneller beim Anfahren betriebsbereit.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus

der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Ansprüchen und der Zeichnung. Die einzelnen Merkmale können je für sich oder zu mehreren bei einer Ausführungsform der Erfindung verwirklicht sein. Es zeigen, stärker schematisiert:

Fig. 1 eine im wesentlichen im Schnitt gehaltene Seitenansicht einer Zweifach-Verdrängerpumpe, die mit einer Turbo-Molekularpumpe in Verbindung steht, und

Fig. 2 ein schematisiertes Diagramm, in dem für zwei unterschiedliche Pumpentypen deren Saugvermögen über den Ansaugdruck aufgetragen ist.

Fig. 1 zeigt eine Zweifach-Verdrängerpumpe 1 unterhalb einer damit verbundenen Turbo-Molekularpumpe 2. Es gehört mit zur Erfindung, daß die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 als Hybrid-Pumpe 3 ausgebildet ist, die medium-eintrittsseitig bei 4 eine Kolbenpumpe 5 mit vergleichsweise großem Hubraum 6 aufweist, wobei deren Kolben-Zylinderraum 7 gegenüber dem Kurbelraum 8 der Hybrid-Pumpe 3 mittels einer Dichtmembran 9 abgeschlossen ist. Ferner gehört mit zur Erfindung, daß bei der Hybrid-Pumpe 3 der Kolbenpumpe 5 eine Membranpumpe 10 nachgeschaltet ist, deren Hubraum 11 im Vergleich zu dem der Kolbenpumpe 5 merkbar kleiner ist. Dabei sind gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform die Hubräume 6 und 11 der Hybrid-Pumpe 3 wenigstens in etwa so aufeinander abgestimmt, daß das Ausschubvolumen der Kolbenpumpe 5 bei einem bestimmten Betriebsvakuum gleich dem Ansaugvolumen der Membranpumpe 10 ist. Gegebenenfalls können Ansaug- und Ausschubvolumen auch für einen Betriebsbereich im Sinne einer Optimierung aufeinander abgestimmt sein.

Eine besonders vorteilhafte Kombination ergibt sich bei der Erfindung, wenn die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 derart mit einer Turbo-Molekularpumpe 2 zusammenarbeitet, daß die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 zumindest im Strömungsweg der Turbo-Molekularpumpe 2 nachgeschaltet ist derart, daß der Ansaugstutzen 12 der Kolbenpumpe 5 mit dem Auslaß 15 der Turbo-Molekularpumpe 2 in Verbindung steht. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Turbo-Molekularpumpe 2 und die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 bezüglich ihrer Gehäuse 16 und 17 zum Beispiel durch ein in Fig. 1 nur schematisch angedeutetes Gestell 31 miteinander in Verbindung stehen. Die Turbo-Molekularpumpe 2 und die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 können selbstverständlich auch in einem gemeinsamen Gehäuse (nicht dargestellt) untergebracht sein. Im Ausführungsbeispiel sind beide Pumpen 5 und 10 der Zweifach-Verdrängerpumpe 1 mit Pendelkolben 18 und 19 versehen und bei der Kolbenpumpe 5 der Zweifach-Verdrängerpumpe 1 ist eine scheibenartige Dichtmanschette 20 an deren Kolbenkopf 21 angebracht. Diese Dichtmanschette 20 dichtet den Kolbenkopf 21 gegen den Kolben-Zylinderraum 7 der Kolbenpumpe 5 ab. Da die Zweifach-Verdrängerpumpe 1 zum einen eine Kolbenpumpe 5, zum anderen eine Membranpumpe 10 aufweist, spricht man von einer "Hybrid-Pumpe 3". Die Membranpumpe 10 dieser Hybrid-Pumpe 3 weist eine Formmembran 22 auf, deren der benachbarten Pumpenraumwand 23 zugewandte Oberseite 24 an diese angepaßt ist, so daß sich in der (in Fig. 1 unteren) Totpunktstellung nur ein praktisch minimaler Totraum ergibt.

Die Kolbenpumpe 5 und die Membranpumpe 10 der Hybrid-Pumpe 3 sind über eine gemeinsame Kurbelwelle 26 angetrieben. Die beiden Pumpen 5 und 10 sind, in Richtung der Pumpenlängsachse L gegenüberliegend angeordnet. Deswegen und wegen des gemeinsamen

Antriebs über die Kurbelwelle 26 ist ein Massenausgleich bezüglich der Pumpbewegung von Kolbenpumpe 5 und Membranpumpe 10 gut möglich. Dabei erhält man einen besonders ruhigen Lauf der Hybrid-Pumpe, wenn bezüglich der Kolben- und der Membran-Pumpe 5 u. 10 ein Massenausgleich aller bewegten Massen vorgesehen ist.

In Fig. 1 erkennt man noch eine Absaugleitung 33, welche die Verbindungsleitung 32, die von der Turbo-Molekularpumpe 2 der Kolbenpumpen-Ansaugstelle 12 führt, ausgeht und von dort zu dem Zwischenraum 30 führt, der sich zwischen dem Kolbenkopf 21 der Kolbenpumpe 5 einerseits und der zugehörigen Dichtmembran 9 befindet. Durch diese Absaugleitung 33 wird, insbesondere beim Anlaufen der Hybrid-Pumpe 3, der Zwischenraum 30 mit evakuiert. Undichtigkeiten an der zugehörigen Dichtmanschette 20 kommen nicht wesentlich und nicht langfristig zur Wirkung, so daß die Kolbenpumpe 5 bereits bald nach dem Anlaufen der Hybrid-Pumpe 3 bei gewünscht großem Ansaugvolumen die entsprechende Druckabsenkung bewirkt. Vom Auslaßstutzen 34 wird das in Fig. 1 bei Pumpe 1 durch Punkte 35 angedeutete Fördermedium über die Pumpleitung 36 zum Einlaß 37 der Membranpumpe 10 geleitet. Diese Membranpumpe stößt dann an ihrem Auslaßstutzen 38 das von der Hybrid-Pumpe 3 oder der kombinierten Turbo-Molekular und Hybrid-Pumpe 2, 3 geförderte Medium, zum Beispiel ins Freie aus.

Die Arbeitsweise der kombinierten Turbo-Molekular- und Hybrid-Pumpe 2, 3 läßt sich besonders gut beim Anlauf-Vorgang erläutern. Dieser erfolgt folgendermaßen:

Im Gehäuse 16 der Turbo-Molekularpumpe 2 befindet sich ein Laufrad 40, das mit einem nur schematisch angedeuteten Motor M in Verbindung steht und Schaufelräder 41 bekannter Bauweise aufweist. Im Gehäuse 16 befinden sich, benachbart zu den Laufschaukelrädern 41, Leitscheiben 42 oder dergleichen. Das Laufrad 40 der Turbo-Molekularpumpe läuft mit zum Beispiel 30 000 Umdr./min, ggf. aber auch noch wesentlich schneller, z. B. mit etwa 60 000 Umdr./min um. Seine Lagerung erfolgt wegen dieser hohen Umlaufgeschwindigkeit gewöhnlich in Magnetlagern 43, von denen eines auf der rechten Seite von Fig. 1 gezeichnet ist. 44 ist ein Raum, Behälter oder dergleichen, der durch die Turbo-Molekular- und Hybrid-Pumpe 2, 3 evakuiert werden soll. Das kann beispielsweise ein Bereich sein, bei dem es auf absolute Sauberkeit ankommt, zum Beispiel der Bereich eines Produktionsprozesses, in dem unter Vakuum und/oder Schutzgas-Einfluß empfindliche Arbeitsprozesse durchgeführt werden, beispielsweise das Aufdampfen bei Chips. Vom Raum 44 führt ein Turbo-Molekularpumpen-Einlaß 45 in diese Turbo-Molekularpumpe 2. Wenn eine solche, an sich bekannte Turbo-Molekularpumpe 2 anläuft, bewirkt sie im Anlaufstadium zunächst wenig. Ihr druckseitiger Auslaß 15 führt über die Verbindungsleitung 32 in den Hubraum 6 der Kolbenpumpe 5. Medium-eintrittsseitig und -austrittsseitig ist die Kolbenpumpe 5 ebenso wie die Membranpumpe 10 mit bekannten Vakuum-Ventilen 27 ausgerüstet, die in Fig. 1 nur schematisch angedeutet sind. In üblicher Weise erhält man durch die Bewegung des Pendelkolbens 18 im Hubraum 6 eine Vakuumbildung. Über das Auslaßventil 27 des Hubraumes 6 wird dann das — wie vorstehend beschrieben — angesaugte Medium, in der Regel Luft, aber auch andere Gase, über die Pumpleitung 36 zum Einlaßstutzen 37 der Membranpumpe 10 geleitet. Diese saugt im üblichen Arbeitsspiel Gas,

Luft oder dergleichen Medium an und schiebt es bei ihrem Auslaßstutzen 38 aus. Die an der Rückseite des Pendelkolbens 18 der Kolbenpumpe 5 angebrachte Dichtmembran 9 verhindert das Eindringen von Unreinlichkeiten in den Medium-Bereich. Vom Zwischenraum 30 führt die Absaugleitung 33 zu der Verbindungsleitung 32, welche die Turbo-Molekularpumpe mit der Kolbenpumpe 5 verbindet. Eventuelle Undichtigkeiten an der Dichtmanschette 20 des Pendelkolbens 5 und dadurch in den Zwischenraum 30 eingedrungenes Fördermedium kann mit Hilfe dieser Absaugleitung wieder vor des Saugventil 27 der Kolbenpumpe 5 geführt werden. Das beschleunigt den Vorgang des Ansaugens, um zu einem Betriebs-Vakuum zu kommen.

Die Turbo-Molekularpumpe 2 beginnt erst praktisch effektiv zu werden, wenn ein gewisses Mindestvakuum durch die Hybrid-Pumpe 3, die praktisch eine Vorpumpe für die Turbo-Molekularpumpe 2 darstellt, erreicht ist. Dann arbeitet diese in Kombination mit der Hybrid-Pumpe 3 folgendermaßen: Durch die hohe Drehzahl der Laufschaukelräder 41 der Turbo-Molekularpumpe 2 erhalten in ihrem Gehäuse 16 befindliche Moleküle entsprechend hohe Impulse und werden vom Turbo-Molekularpumpen-Einlaß 45 bis zu deren Auslaß 15 hinbewegt, was zu der erwünschten, an sich bei Turbo-Molekularpumpen bekannten Erhöhung des Vakuums führt. Die Moleküle werden gewissermaßen durch diese Impulse in Richtung des Auslasses 15 der Turbo-Molekularpumpe mechanisch transportiert, wodurch eine Vergrößerung des Vakuums entsteht.

Wesentliche Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die als Vorpumpe für die Turbo-Molekularpumpe 2 dienende Zweifach-Verdrängerpumpe 1 als Hybrid-Pumpe 3 ausgebildet ist, deren — im Sinne des Mediumflusses — der Turbo-Molekularpumpe 2 benachbarte Kolbenpumpe 5 verhältnismäßig große Saugvolumen erzeugt und dennoch vor Verunreinigungen und Undichtigkeiten geschützt ist, dabei jedoch in Kombination mit der ausgangsseitigen Membranpumpe 10 zusammenarbeitet die ihrerseits unempfindlich gegen Kondensat ist.

Aus Fig. 2 erkennt man noch gut die Unterschiede bezüglich des Ansaugvermögens einer normalen zweistufigen Membranpumpe gegenüber einer zweistufigen Hybrid-Pumpe 3. Die Kurve 46 zeigt das Saugvermögen, aufgetragen über den Ansaugdruck, für eine normale, zweistufige Membranpumpe. Die Kurve 47 zeigt den Verlauf des Saugvermögens einer zweistufigen Hybrid-Pumpe 3 mit ansaugseitigen Kolben- und austrittsseitiger Membranpumpe 5 bzw. 10. Man erhält auf verhältnismäßig einfache Weise eine wesentliche Vergrößerung des Saugvermögens unter sonst gleichen Verhältnissen (Ansaugdruck), wenn man eine zweistufige Hybrid-Pumpe mit eingangsseitigen, größervolumigem Hubraum 6 in der vorbeschriebenen Art mit einer Membranpumpe 10 verbindet, wobei durch die Dichtmembran 9 eventuelle Nachteile der Kolbenpumpe 5 vermieden werden.

Alle vorbeschriebenen und/oder in den Ansprüchen aufgeführten Merkmale können alleine oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Zweifach-Verdrängerpumpe (1), insbesondere mit vorschaltbarer Turbo-Molekularpumpe (2), dadurch gekennzeichnet, daß die Zweifach-Verdrängerpumpe (1) als Hybrid-Pumpe (3) ausgebildet ist, die medium-eintrittsseitig eine Kolbenpumpe (5)

mit vergleichsweise großen Hubraum (6) aufweist, wobei deren Kolben-Zylinderraum (7) gegenüber dem Kurbelraum (8) mittels einer Dichtmembran (9) abgeschlossen ist, und daß bei der Hybrid-Pumpe (3) der Kolbenpumpe (5) eine Membranpumpe (10) nachgeschaltet ist, deren Hubraum (11) im Vergleich zu dem der Kolbenpumpe (5) merkbar kleiner ist.

2. Zweifach-Verdrängerpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubräume (6, 11) der Hybrid-Pumpe (3) wenigstens in etwa so aufeinander abgestimmt sind, daß das Ausschubvolumen der Kolbenpumpe (5) zweckmäßig bei einem bestimmten Betriebsvolumen zumindest etwa gleich dem Ansaugvolumen der Membranpumpe (10) ist.

3. Zweifach-Verdrängerpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie, zumindest im Strömungswege, einer Turbo-Molekularpumpe (2) nachgeschaltet ist derart, daß der Ansaugstutzen (12) der Kolbenpumpe (5) mit dem Auslaß (15) der Turbo-Molekularpumpe in Verbindung steht, ggfs. daß die Turbo-Molekularpumpe (2) und die Zweifach-Verdrängerpumpe (1) bezüglich ihrer Gehäuse (16, 17) miteinander in Verbindung stehen.

4. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Pumpe (5 oder 10) der Zweifach-Verdrängerpumpe (1), vorzugsweise beide Pumpen (5, 10) einer Hybrid-Pumpe (3), Pendelkolben (18, 19) aufweisen.

5. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenpumpe (5) der Hybrid-Pumpe (3) eine scheibenartige Dichtmanschette am Kolbenkopf aufweist, die durch Einführen in den Kolben-Zylinderraum (7) einen U-förmigen Querschnitt erhält.

6. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranpumpe (10) der Hybrid-Pumpe (3) eine Formmembran (12) aufweist, deren der benachbarten Pumpraumwand (23) zugewandte Oberseite (24) an diese angepaßt ist.

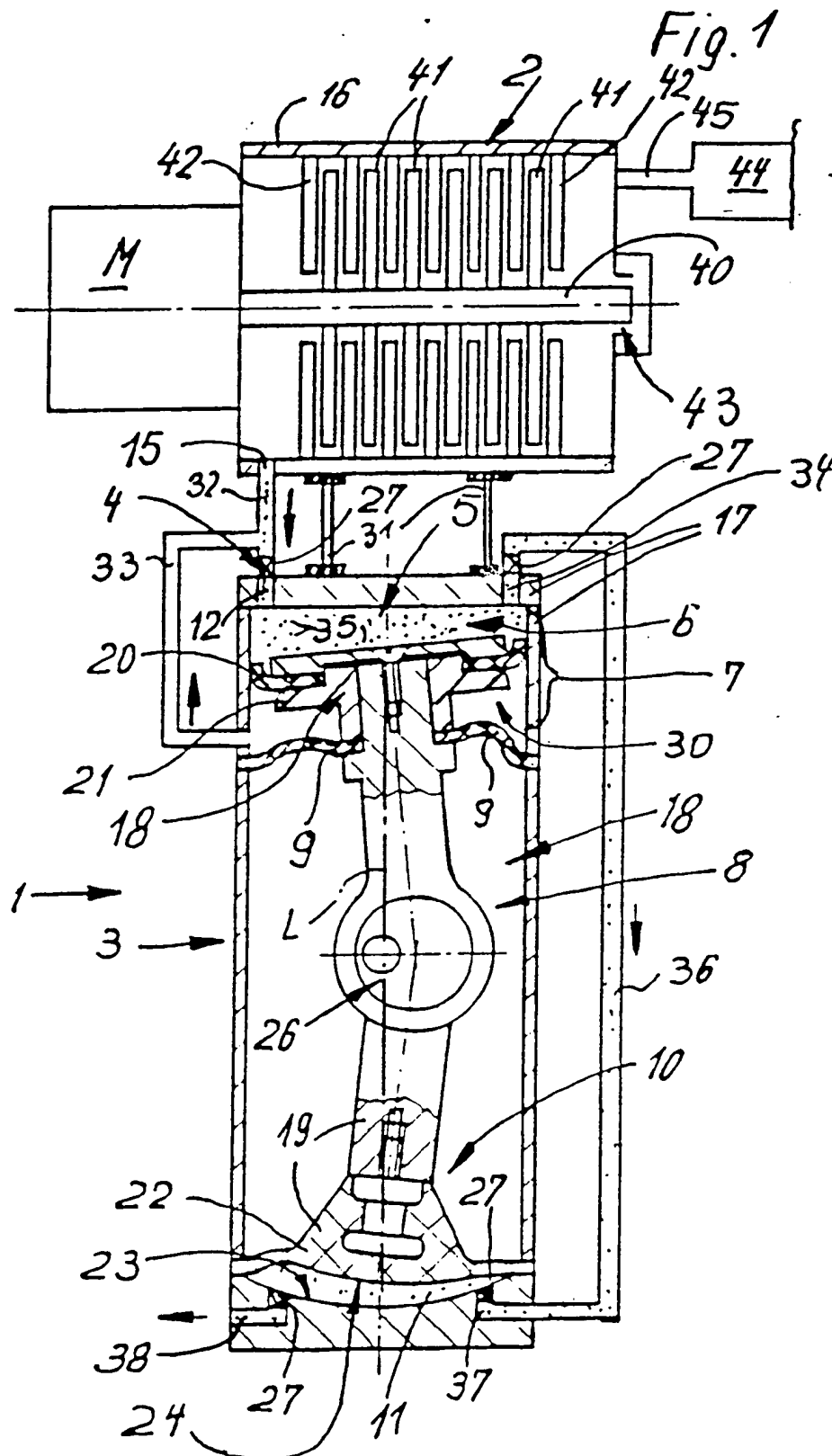
7. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenpumpe (5) und die Membranpumpe (10) der Hybrid-Pumpe (3) über eine gemeinsame Kurbelwelle (26) angetrieben ist, vorzugsweise bei sich in Richtung ihrer Pumpenlängsachse (L) angeordneten Pumpen (5, 10).

8. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bezüglich der Kolben- und der Membran-Pumpe (5, 10) der Hybrid-Pumpe (3) mindestens nahezu ein Massenausgleich aller bewegten Massen vorgesehen ist.

9. Zweifach-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Absaugleitung (32) zwischen der Verbindungsleitung (32), die von der Turbo-Molekularpumpe (2) und der Kolbenpumpen-Ansaugstelle (12) vorgesehen ist, zu dem Zwischenraum (30) führt, der sich zwischen dem Pendelkolbenkopf (21) und der zugehörigen Dichtmembran (9) befindet.

- Leerseite -





*Fig. 2*

